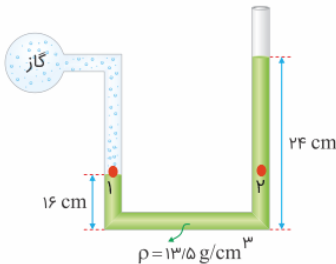


$$\rho_{\text{نفت}} g h_{\text{نفت}} = \rho_{\text{آب}} g h_{\text{آب}} \Rightarrow 0.8 \times 17 = 1 \times 16x \Rightarrow x = 0.8$$

توجه شود $16x$ اختلاف ارتفاع آب در دو لوله است، چون وقتی آب به اندازه x در لوله سمت چپ پایین می‌رود، در لوله سمت راست به اندازه $16x$ بالا رفته است.

$$16x = 16 \times 0.8 = 12.8 \text{ cm}$$

باتوجه به برابری فشار در نقاط هم‌تراز می‌توان نوشت:

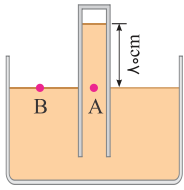


$$P_1 = P_2 \Rightarrow P_{\text{گاز}} = \rho g \frac{(24 - 16)}{100} + P_0 \Rightarrow P_{\text{گاز}} = 13500 \times 10 \times \frac{8}{100} + 10^5$$

$$\Rightarrow P_{\text{گاز}} = 10800 + 10^5 = 0.108 \times 10^5 + 10^5 = 1.108 \times 10^5 = 110800 \text{ Pa}$$

کشش سطحی آب باعث می‌شود تا سطح آب به صورت یک سطح کشسان رفتار کند (توجیه درست بودن "الف" و "پ") و همچنین کشش سطحی باعث می‌شود تا مایع با حجم معین کمترین مساحت ممکن را که کره است، داشته باشد. (توجیه درست بودن "ب" و "ت")

گام اول: ابتدا فشار ۸۰ cm از مایع را به سانتی‌متر جیوه تبدیل می‌کنیم.



$$\rho g h_{\text{مایع}} = \rho_{\text{Hg}} g h_{\text{Hg}} \Rightarrow \frac{3}{4} \times 80 = \frac{13}{6} \times h_{\text{Hg}} \Rightarrow h_{\text{Hg}} = 20 \text{ cm}$$

گام دوم: فشار گاز ته لوله را به دست می‌آوریم:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} + 20 \text{ cmHg} = 76 \text{ cmHg} \Rightarrow P_{\text{گاز}} = 56 \text{ cmHg}$$

از آنجا که هر سانتی‌متر جیوه معادل با ۱۰ torr است، فشار گاز حبس‌شده در انتهای لوله برابر با $P_{\text{گاز}} = 560 \text{ torr}$ است.

هرچه قطر مقطع یک لوله که از مایع پر است کاهش یابد، تندی مایع افزایش می‌یابد (طبق معادله پیوستگی $A_1 v_1 = A_2 v_2$).

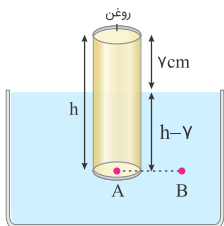
قطر مقطع رگ از آئورت تا مویرگ رفته‌رفته کاهش می‌یابد. در نتیجه تندی خون رو به افزایش می‌گذارد. طبق اصل برنولی، هرچه تندی افزایش یابد، فشار کاهش می‌یابد.

در حالت اول پس از آنکه شخص A در شیشهٔ عطر را باز می‌کند به دلیل پدیدهٔ پخش در گازها مولکول‌های عطر در سرتاسر سالن حرکت تصادفی می‌کنند و سرانجام به شخص B می‌رسند؛ مدت‌زمان لازم برای رخ دادن آن برابر است با:

$$t_1 = \frac{d_1}{v_1} = \frac{1000}{500} = 2 \text{ s}$$

در نتیجه در حالت دوم برای اینکه شخص A بتواند در مدت ۲s، شیشهٔ عطر را به شخص B برساند، لازم است تا با تندی s به سمت آن حرکت کند، در نتیجه:

$$s = \frac{d_2}{t_2} \xrightarrow{(t_2 = t_1 = 2 \text{ s})} s = \frac{6}{2} = 3 \text{ m/s}$$



$$P_A = P_0 + \rho_1 g h$$

$$P_B = P_0 + \rho_2 g (h - y)$$

$$P_A = P_B \Rightarrow P_0 + \rho_1 g h = P_0 + \rho_2 g (h - y)$$

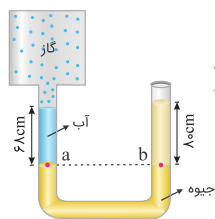
$$\Rightarrow \rho_1 g h = \rho_2 g (h - y)$$

$$\Rightarrow 0.9 h = 1(h - y) \Rightarrow 0.1 h = y \Rightarrow h = 10 \text{ cm}$$

فشار مطلق در نقطه b برابر است با:

$$P_a = P_b + P_{Hg} = 75 + 10 = 85 \text{ cmHg}$$

نقاط a و b هم‌ترازند و هر دو در جیوه قرار دارند؛ پس هم‌فشارند.



$$P_a = P_b = 85 \text{ cmHg}$$

فشار ناشی از وزن ستون آب:

$$P_w = \frac{\rho_w h_w}{\rho_{Hg}} = \frac{1 \times 6}{13.6} = 0.44 \text{ cmHg}$$

اگر فشار گاز داخل مخزن را با P نشان دهیم، داریم:

$$P_a = P_w + P \Rightarrow 85 = 0.44 + P \Rightarrow P = 84.56 \text{ cmHg}$$

گام اول: جرم و حجم هریک از قطره‌ها را به دست می‌آوریم:

$$m_{\text{قطره}} = \frac{m_{\text{مایع}}}{20} = \frac{0.16}{20} = 0.008 \text{ g}$$

$$V_{\text{قطره}} = \frac{m_{\text{قطره}}}{\rho_{\text{مایع}}} = \frac{0.008}{2} = 0.004 \text{ cm}^3$$

گام دوم: چون قطره‌ها به دلیل کشش سطحی به شکل کره هستند، داریم:

$$V_{\text{قطره}} = \frac{4}{3} \pi r^3 \xrightarrow{(\pi=3)} V_{\text{قطره}} = 4r^3 \Rightarrow 0.004 = 4r^3$$

$$r^3 = 0.001 = (0.1)^3 \Rightarrow r = 0.1 \text{ cm} = 1 \text{ mm}$$

حجم آب بالا آمده برابر است با:

$$V_w = 300 - 200 = 100 \text{ cm}^3 = 100 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 10^{-4} \text{ m}^3$$

بنابراین جرم آب جابه‌جا شده برابر است با:

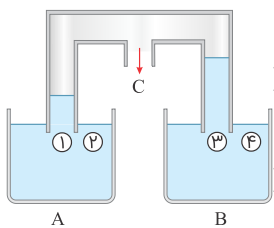
$$m_w = \rho_w V_w = 1000 \times 10^{-4} = 0.1 \text{ N}$$

نیروی شناوری وارد بر گلوله برابر با وزن آب جابه‌جا شده است:

$$F_b = m_w g = 0.1 \times 10 = 1 \text{ N}$$

این نیرو را آب به گلوله (به طرف بالا) وارد می‌کند و واکنش آن از طرف گلوله به آب (به طرف پایین) وارد می‌شود که باعث می‌شود، آب ۱ N سنگین‌تر به نظر برسد:

$$\text{عدد نیروسنج} = 3 + 1 = 4 \text{ N}$$



$$P_1 = P_2 \Rightarrow \underbrace{\rho g h}_{\text{آب}} + P_G = P_0 \Rightarrow P_G = P_0 - 1500$$

$$P_3 = P_4 \Rightarrow \underbrace{\rho g h}_{\text{مایع}} + P_G = P_0$$

$$\Rightarrow \rho_B \times 10 \times \frac{3}{10} + P_0 - 1500 = P_0$$

$$\Rightarrow 3\rho_B = 1500 \Rightarrow \rho_B = 500 \text{ kg/m}^3 = 0.5 \text{ gr/cm}^3$$

با ورود انگشت به آب، نیروی شناوری از طرف آب بر انگشت و رو به بالا اثر می‌کند. طبق قانون سوم نیوتون انگشت نیز همان‌دازه با این نیرو ولی در خلاف جهت (رو به پایین) بر آب نیرو وارد می‌کند و این نیروی رو به پایین موجب افزایش نیروی عمودی سطح ظرف آب با سطح ترازو شده و عدد ترازو افزایش می‌یابد.

$$D = d + 2d = 3d, \quad \frac{F}{A} = \frac{f}{a}$$

$$\frac{F}{f} = \left(\frac{D}{d}\right)^2 \Rightarrow \frac{180}{f} = 9 \Rightarrow f = 20 \text{ N}$$

بررسی عبارات:

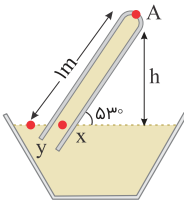
الف: با افزایش دما کشش سطحی مایعات کاهش می‌یابد.

ب: نیروی بین‌مولکولی جیوه بیشتر از آب است بنابراین کشش سطحی جیوه بیشتر از آب است.

پ: نیروی بین‌مولکولی آب و مواد شوینده کمتر از نیروی بین‌مولکولی آب است؛ بنابراین کشش سطحی محلول آب و مواد شوینده کمتر از آب است.

شکل (الف) نشان می‌دهد قلع سطح شیشه را تر نمی‌کند؛ بنابراین، اگر لوله موئین را داخل قلع فرو ببریم، قلع در داخل لوله پایین می‌آید و سطح آن به شکل برآمده درمی‌آید.

گام اول: فشار دو نقطه هم‌تراز X و Y یکسان است. معادله فشار آن‌ها را نوشته و مساوی قرار می‌دهیم، تا فشار ته لوله را به دست آوریم:



$$\left. \begin{aligned} P_x &= P_y \Rightarrow P_{\text{هوا}} = P_{\text{مایع}} + P_{\text{ته لوله}} \\ \sin 30^\circ &= \frac{h}{1} \Rightarrow h = 0.5 \text{ m} \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow 80000 = 1500 \times 10 \times \frac{1}{10} + P_{\text{ته لوله}} \Rightarrow P_{\text{ته لوله}} = 68000 \text{ Pa}$$

گام دوم: نیروی که ته لوله به مایع وارد می‌کند را محاسبه می‌کنیم:

$$F = P \cdot A = 68000 \times 10 \times 10^{-4} = 68 \text{ N}$$

گام اول: فشار بیشینه‌ای که مکعب مستطیل بر سطح وارد می‌کند را به دست می‌آوریم:

$$P_{\max} = \rho g h_{\max} = 3\rho g R$$

گام دوم: جرم استوانه را محاسبه می‌کنیم:

$$V_{\text{استوانه}} = h(\pi R_{\text{خارجی}}^2 - \pi R_{\text{داخلی}}^2)$$

$$V = R(\pi R^2 - \pi \frac{R^2}{9}) = \frac{8}{9}\pi R^3 = \frac{8}{3}\pi R^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \frac{8}{3}\rho R^3$$

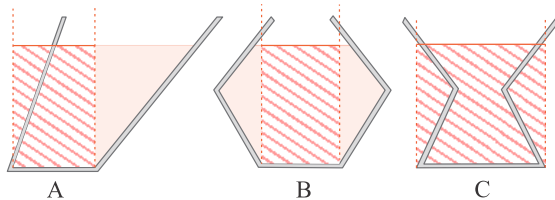
گام سوم: فشاری که استوانه بر سطح وارد می‌کند را محاسبه می‌کنیم:

$$m = \frac{mg}{A} = \frac{\frac{8}{3}\rho R^3 g}{\pi R^2 - \pi \frac{R^2}{9}} = \frac{\frac{8}{3}\rho R^3 g}{\frac{8}{9}\pi R^2} = \rho R g$$

گام چهارم: حالا نسبت فشارها را به دست می‌آوریم:

$$\frac{P_{\max}}{P_{\text{استوانه}}} = \frac{3\rho g R}{\rho R g} = 3$$

نیروی ناشی از مایع بر کف ظرف از رابطه $F = \rho g h \times A$ به دست می‌آید. برای مقایسه این نیرو با وزن داریم:



$$\left. \begin{array}{l} F = \rho g h \times A \\ W = mg = \rho V_{\text{مایع}} g \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{F}{W} = \frac{A \times h}{V_{\text{مایع}}}$$

بنابراین $A \times h$ را باید با حجم مایع مقایسه کنیم. باتوجه به شکل‌های

حاصل که $h \times A$ را معین می‌کنند و مقایسه آن با حجم مایع، داریم:

$$A : A \times h < V_{\text{مایع}} \Rightarrow F < mg$$

$$B : A \times h < V_{\text{مایع}} \Rightarrow F < mg$$

$$C : A \times h > V_{\text{مایع}} \Rightarrow F > mg$$

بنابراین تنها در ظرف C، نیروی ناشی از مایع بر کف ظرف بزرگ‌تر از نیروی وزن مایع درون ظرف است.

هرچه کشش سطحی محلول آب و صابون کمتر باشد، مقاومت حباب در برابر هوای دمیده شده به آن کاهش می‌یابد و در نتیجه حباب بزرگ‌تری را می‌توان ساخت. برای کاهش کشش سطحی محلول آب و صابون کافی است صابون موجود در محلول را افزایش داده و از آب با دمای بالاتری استفاده کنیم.

گام اول: ابتدا چگالی مایع را به دست می‌آوریم.

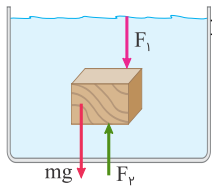
$$m = \rho(V_1 + V_2) \Rightarrow m = \rho(A_1 h_1 + A_2 h_2)$$

$$\Rightarrow 3900 = \rho(40 \times 30 + 5 \times 20) \Rightarrow \rho = 3 \text{ g/cm}^3$$

گام دوم: با استفاده از رابطه $P = \rho gh$ ، فشار مایع در کف ظرف را به دست می‌آوریم:

$$P = \rho gh = (3 \times 10^3) \times 10 \times \left(\frac{20 + 30}{100}\right) = 1/5 \times 10^4 \text{ Pa}$$

چون جسم معلق مانده است، نیروی وزن و نیروهایی که به بالا و پایین مکعب وارد شده‌اند، یکدیگر را خنثی کرده‌اند؛ پس برآیند این سه نیرو باید صفر باشد.



$$mg + F_1 = F_b \Rightarrow mg = F_b - F_1$$

$$(\rho V)g = \Delta P \times A \Rightarrow (8 \times 10^3 \times (2 \times 10^{-1})^3) \times 10 = \Delta P \times 4 \times 10^{-2} \Rightarrow \Delta P = 16000 \text{ Pa}$$

گام اول: حجم مکعب را به دست می‌آوریم:

$$V_{\text{مکعب}} = V_{\text{حفره}} + V_{\text{فلز}}$$

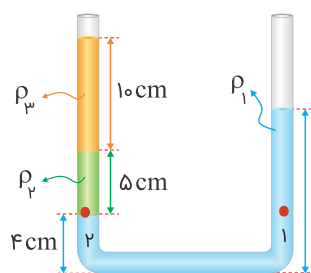
$$V_{\text{مکعب}} = \frac{m}{\rho} + 3000 \text{ cm}^3 = \frac{25000}{5} + 3000 = 8000 \text{ cm}^3$$

گام دوم: طول هر ضلع مکعب را محاسبه می‌کنیم:

$$V_{\text{مکعب}} = a^3 \Rightarrow 8000 = a^3 \Rightarrow a = 20 \text{ cm}$$

گام سوم: فشاری که مکعب بر سطح وارد می‌کند را به دست می‌آوریم:

$$P = \frac{mg}{a^2} = \frac{25 \times 10}{400 \times 10^{-4}} = 6250 \text{ Pa} = 6/25 \text{ kPa}$$



باتوجه به برابری فشار در نقاط هم‌تراز در یک مایع، داریم:

$$P_1 = P_2 \Rightarrow \rho_1(13 - 4) = \rho_2(5) + \rho_3(10)$$

$$13 \text{ cm} \Rightarrow \rho_1 \times 9 = 1/6 \times 5 + 1 \times 10 \Rightarrow 9\rho_1 = 18 \Rightarrow \rho_1 = 2 \text{ g/cm}^3$$

چون مایع‌ها در حال تعادل‌اند، می‌توان گفت که در محل تماس آن‌ها با یکدیگر، فشار آب، باید با فشار روغن برابر باشد. فشار در سطح آزاد روغن، فشار ریه شخص و فشار بر سطح آزاد آب، فشار هوای محیط است:

$$P_{\text{روغن}} = P_{\text{آب}} \Rightarrow P_{\text{ریه}} + \rho gh = P_0 + \rho' gh$$

فشار پیمانه‌ای ریه

$$\Rightarrow \overbrace{P_{\text{ریه}} - P_0}^{\text{فشار پیمانه‌ای ریه}} = \rho' gh - \rho gh = (\rho' - \rho)gh$$

$$= 10 \times 78 \times 10^{-2} \times (1000 - 800) = 1560 \text{ (Pa)}$$

چون ابعاد مکعب B، دو برابر A است، پس:

$$A_B = 4A_A, \quad V_B = 8V_A, \quad m_B = 8m_A$$

اگر فشار مکعب A به B را P_A و فشار وارد بر سطح افقی را P_B فرض کنیم، داریم:

$$\frac{P_A}{P_B} = \frac{\frac{m_A g}{A_A}}{\frac{(m_A + m_B)g}{A_B}} = \frac{m_A}{m_A + m_B} \times \frac{A_B}{A_A} = \frac{m_A}{m_A + 8m_A} \times \frac{4A_A}{A_A} = \frac{4}{9}$$